

**Kinga Nelken<sup>1</sup>, Maksym Łaszewski<sup>2</sup>**

Uniwersytet Warszawski, Wydział Geografii i Studiów Regionalnych

<sup>1</sup>Institut Geografii Fizycznej, Zakład Klimatologii

e-mail: kinganelken@uw.edu.pl

<sup>2</sup>Institut Geografii Fizycznej, Zakład Hydrologii

e-mail: m.laszewski@uw.edu.pl

## **SEZONOWA ZMIENNOŚĆ WARUNKÓW TERMICZNYCH DOLINY RZECZNEJ NA PRZYKŁADZIE DOLINY RZEKI ŚWIDER**

### **Seasonal variability of thermal conditions of a river valley on the example of the Świder river valley**

**Słowa kluczowe:** Świder, topolimat, dolina rzeczna, temperatura powietrza

**Key words:** Świder River, topoclimate, river valley, thermal conditions

#### **WPROWADZENIE**

Rozpoznanie warunków klimatycznych w skali lokalnej jest bardzo ważne z punktu widzenia oceny funkcjonowania środowiska oraz jego właściwego wykorzystania. Jednym z podstawowych zagadnień badawczych w topoklimatologii jest wychwycenie indywidualnych cech klimatycznych danego miejsca. Przyczyną przestrzennego zróżnicowania klimatu są przede wszystkim odmienne warunki lokalne: zarówno cechy rzeźby terenu, jego zagospodarowanie, a także właściwości fizyczne podłoża atmosfery, takie jak szorstkość oraz pojemność cieplna (Kunert, Błażejczyk 2011). Próby określenia wpływu cech fizycznych podłoża na panujące w danym miejscu warunki termiczne podejmowane były w literaturze wielokrotnie. Badania takie prowadzali m.in.: J. Paszyński (1964, 1966, 1979), J. Grzybowski (1990), J. Tamulewicz (1990), E. Bednorz i in. (2001), M. Nowosad (2001), E. Żmudzka (2006, 2011), A. Kunert, K. Błażejczyk (2011). Coraz częściej studia topoklimatyczne dotyczą również obszarów zurbanizowanych (Tarajkowska 1971, Żarnowiecki i Szałach 2001, Błażejczyk 2002, Kuchcik 2003, Adameczyk i in. 2008, Bokwa i in. 2008).

W badaniach topoklimatycznych zdecydowanie mniej uwagi poświęca się bezwzględny wartościom poszczególnych elementów meteorologicznych, ponieważ są one zależne w dużej mierze od warunków cyrkulacyjnych, w tym od fizycznych

cech zalegającej masy powietrza. Ważniejsze są wartości względne bowiem wartości względne tych elementów, a więc odchylenia ich wartości od warunków standardowych, panujących na stacji meteorologicznej. Zakłada się, że kierunek tych odchyżeń jest stałą, topoklimatyczną cechą danego obszaru, natomiast wielkość tych odchyżeń może się różnić w zależności od warunków pogodowych (Paszyński i in. 1999, Paszyński 2001, Kunert i Błażejczyk 2011). Pomiarów takich odchyżeń przeprowadza się zwykle w sezonie letnim, a więc w okresie największych wartości poszczególnych strumieni energii w bilansie cieplnym. Interesującym zagadnieniem jest zatem odpowiedź na pytanie, czy wnioski uzyskane na podstawie badań meteorologicznych prowadzonych w sezonie letnim można uznać za reprezentatywne dla zróżnicowania topoklimatycznego w ciągu roku (Żmudzka 2006).

Celem pracy jest próba określenia sezonowej zmienności warunków termicznych w dolinie dolnego Świdra. Analizę przeprowadzono na podstawie wyników pomiarów temperatury dokonanych w miejscu reprezentatywnym dla doliny dolnego Świdra, przede wszystkim z punktu widzenia warunków rzeźby terenu, cech podłoża i występującego tam zbiorowiska roślinnego. Wyniki pomiarów odniesiono do wartości temperatury ze stacji referencyjnej. Tym sposobem zbadano odchylenia temperatury w dolinie rzecznej od wartości standardowych, jak również stabilność tych odchyżeń w ciągu roku.

## METODY BADAŃ I ŹRÓDŁA DANYCH

Wykorzystane w niniejszym opracowaniu postępowania pomiarowe znajdują się w obszarach o różnej rzeźbie oraz różnym pokryciu terenu. Punkt pomiarowy w Adamówce znajduje się w dnie doliny. Koryto rzeczne Świdra w tym rejonie ma szerokość od 10 do 15 metrów, natomiast dolina Świdra jest wcięta kilka metrów poniżej przeciętnego poziomu terenu. W otoczeniu czujnika temperatury występują nadbrzeżne zadrzewienia i zarośla oraz drzewa o wysokości 10-15 metrów, o niezbyt zwartych koronach, umożliwiającymi dopływ bezpośredniego promieniowania słonecznego do powierzchni ziemi. Podszyt jest stosunkowo rzadki. W podłożu występują gleby typu fluwiogenicznego, utworzone na piaskach i mułkach rzecznych. Punkt pomiarowy zlokalizowany jest w obrębie specjalnego obszaru ochrony siedlisk sieci NATURA 2000, a także w rezerwacie przyrody „Świder” i odzwierciedla warunki reprezentatywne dla doliny dolnego Świdra. Pomiarów temperatury powietrza w dolinie rzecznej prowadzone były od października 2011 do grudnia 2014 roku za pomocą rejestratora HOBO U23-004 (Onset Computer Corporation). Czujnik zlokalizowano w odległości ok. 15 m od brzegu rzeki Świder w miejscowości Adamówka, tuż przy granicy z Otwockiem (tab. 1). Urządzenie umieszczono w osłonie antyradiacyjnej na wysięgniku, przymocowanym do północnej ściany nieogrzewanego składu gospodarczego na wysokości 2 m nad powierzchnią gruntu. Interwał czasowy pomiarów ustalono na 30 minut.

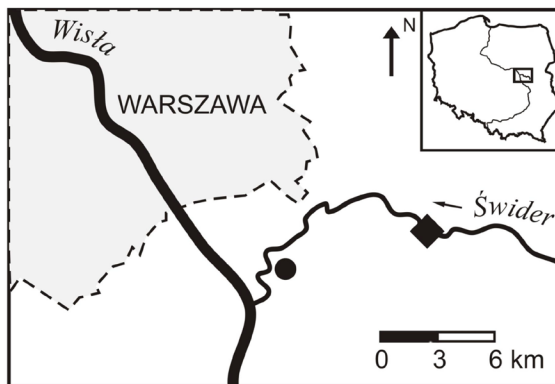
Porównawcze dane pomiarowe, reprezentujące warunki standardowe, zostały pozyskane ze stacji klimatologicznej Instytutu Geofizyki PAN w Otwocku-Świdrze (tab. 1). Stacja klimatologiczna w Otwocku-Świdrze jest położona w terenie płaskim, o niezasłoniętym horyzoncie, na polanie pokrytej trawą, otoczoną lasem sosnowym, o powierzchni około 0,6 ha. Pomiary temperatury prowadzone są tam w warunkach standardowych. Terminowe pomiary temperatury powietrza wykonywane są 3 razy w ciągu doby, w godzinach 6:00, 12:00, 18:00 UTC. Stacja położona jest 8,5 km na zachód od posterunku pomiarowego w Adamówce (ryc. 1), w terenie o mniejszej wysokości bezwzględnej niż punkt w dolinie rzecznej, co wynika z łagodnego nachylenia terenu w kierunku ujścia Świdra do Wisły.

Aby zachować porównywalność wyników, średnia dobowa temperatura powietrza na posterunku pomiarowym i stacji referencyjnej została obliczona zgodnie z wytycznymi dla stacji klimatologicznych jako średnia arytmetyczna z czterech

**Tabela 1.** Lokalizacja punktów pomiarowych uwzględnionych w opracowaniu

**Table 1.** Location of measurement profiles examined in this paper

Stacja <i>station</i>	Wysokość m. n.p.m. <i>height (AMSL)</i>	$\varphi$ N	$\lambda$ E	Forma terenu <i>terrain relief</i>
Ottock-Świder	94	52°07'	21°14'	teren płaski <i>flat area</i>
Adamówka	108	52°08'	21°21'	dno doliny <i>valley bottom</i>



- stacja klimatologiczna w Otwocku-Świdrze  
climatological station in Ottock-Świder
- ◆ rejestrator temperatury powietrza w Adamówce  
air temperature data logger in Adamówka

**Ryc. 1.** Lokalizacja punktów pomiarowych

**Fig. 1.** Location of measuring stations

wartości: temperatury minimalnej, maksymalnej oraz temperatury zmierzonej o godzinie 6 i 18 UTC. Maksymalna i minimalna temperatura w Świdrze jest odczytywana odpowiednio z termometru maksymalnego i minimalnego, natomiast na posterunku pomiarowym w Adamówce wartości te zostały wybrane spośród 48 wartości.

W celu określenia odchyień temperatury powietrza na posterunku pomiarowym, od warunków standardowych jej wartości dobowe - średnie, maksymalne i minimalne – zostały odniesione do wartości z tego samego okresu ze stacji w Świdrze. Obliczono średnie odchylenia temperatury średniej, maksymalnej i minimalnej w ciągu doby ( $dT_{avg}$ ,  $dT_{max}$ ,  $dT_{min}$ ) od dobowych wartości temperatury w punkcie odniesienia (Świdrze). Obliczenia przeprowadzono dla poszczególnych pór roku. Uwzględniono wyłącznie dni z radiacyjnym typem pogody, odznaczające się największym zróżnicowaniem przestrzennym elementów klimatu. Dni takie charakteryzują się brakiem zachmurzenia oraz ciszą lub słabym wiatrem (Paszyński i in. 1999). W wybranych dniach w każdym z trzech terminów pomiarowych zachmurzenie wynosiło 0 lub 1 oktantów. Pojedyncze chmury  $Cu$  obserwowane były maksymalnie w jednym terminie pomiarowym, jednak ich wpływ na przebieg temperatury w ciągu dnia był bardzo niewielki. Zanotowane chmury piętra wysokiego ( $Ci$  lub  $Cc$ ) odgrywały jeszcze mniejszą rolę w modyfikowaniu warunków termicznych, ponieważ ich występowanie nie ogranicza dopływu bezpośredniego promieniowania słonecznego, a zatem przebieg temperatury jest wtedy zbliżony do przebiegu w dniu całkowicie bezchmurnym, w warunkach pogody radiacyjnej (Matuszko 2001). Średnia dobowa prędkość wiatru w wybranych dniach nie przekraczała  $3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  (w ponad 90 % przypadków nie przekraczała  $2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ). Łącznie wyselekcjonowano 69 dni (tab. 2). Stosunkowo niewielka ich liczba wystąpiła latem oraz zimą – odpowiednio 10 oraz 12 dni. W całym okresie obserwacyjnym tylko dwa razy pojawiły się trzydniowe okresy z typem pogody radiacyjnej – w lutym 2012 roku i we wrześniu 2013 roku. W pozostałych przypadkach wybrane dni układały się w serie nie dłuższe niż dwa dni.

Rozkład częstości poszczególnych odchyień – temperatury średniej ( $dT_{avg}$ ), maksymalnej ( $dT_{max}$ ) i minimalnej ( $dT_{min}$ ) – w przedziałach wartości w poszczególnych porach roku przedstawiono w tabeli 3.

**Tabela 2.** Liczba dni z radiacyjnym typem pogody wykorzystanych w opracowaniu w poszczególnych porach roku w okresie badań

**Table 2.** Number of days with radiative weather examined in this paper during particular seasons of the year during study period

Pora roku / season	Liczba dni / number of days
wiosna / spring	25
lato / summer	10
jesień / autumn	22
zima / winter	12

**Tabela 3.** Częstość odchylenia wartości temperatury średniej ( $dT_{avg}$ ), maksymalnej ( $dT_{max}$ ) i minimalnej ( $dT_{min}$ ) na posterunku pomiarowym w Adamówce od wartości na stacji Świder, w poszczególnych porach roku w okresie badań

**Table 3.** Frequency of the deviations of values of mean daily air temperature ( $dT_{avg}$ ), maximum temperature ( $dT_{max}$ ) and minimum temperature ( $dT_{min}$ ) at the measuring station in Adamówka in comparison to the values at the station in Świder, in particular seasons during study period

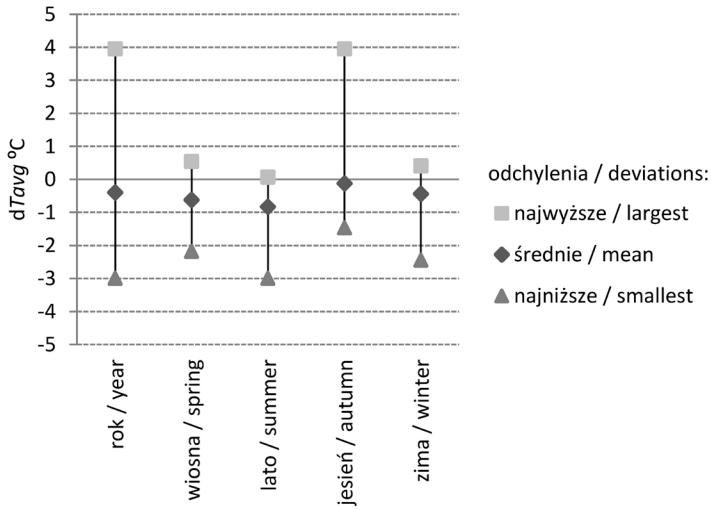
odchylenie (°C) deviation (°C)	$dT_{avg}$				$dT_{max}$				$dT_{min}$						
	wiosna spring	lato summer	jesień autumn	zima winter	rok year	wiosna spring	lato summer	jesień autumn	zima winter	rok year	wiosna spring	lato summer	jesień autumn	zima winter	rok year
≤-2,5	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
(-2,5;-2,0>	2	0	0	1	3	4	2	4	2	12	1	0	0	3	4
(-2,0;-1,5>	1	1	0	0	2	6	6	4	2	18	3	0	0	1	4
(-1,5;-1,0>	2	2	5	2	11	9	0	4	4	17	3	3	1	1	7
(-1,0;-0,5>	4	2	2	1	9	4	2	1	2	9	5	1	2	0	9
(-0,5; 0,0>	13	3	4	3	23	2	0	6	1	9	6	4	4	3	17
(0,0; 0,5>	2	1	4	5	12	0	0	1	1	2	4	2	4	0	10
(0,5; 1,0>	1	0	3	0	4	0	0	1	0	1	2	0	3	4	9
(1,0; 1,5>	0	0	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
(1,5; 2,0>	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
(2,0; 2,5>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
>2,5	0	0	1	0	1	0	0	1	0	1	0	0	2	0	2

## WYNIKI

Nawiązując do klasyfikacji topoklimatów J. Paszyńskiego (1980) punkt pomiarowy w Adamówce znajduje się w obrębie topoklimatu kształtowanego pod wpływem dużych strumieni ciepła przewodzonego w podłożu atmosfery, tj. topoklimatu zbiorników wodnych i ich bezpośredniego otoczenia. Ze względu na umiejscowienie punktu pomiarowego w dolinie rzeki Świder i częściowe osłonięcie horyzontu przez korony drzew, w ciągu dnia należy spodziewać się nieco zmniejszonych wartości dochodzącego do powierzchni ziemi promieniowania krótkofalowego, w stosunku do wartości mierzonych w warunkach standardowych. Jednocześnie relatywnie duża pojemność cieplna wody powoduje, że gromadzona w ciągu dnia energia cieplna jest w nocy oddawana powoli, co przyczynia się do zmniejszenia kontrastów termicznych w ciągu doby.

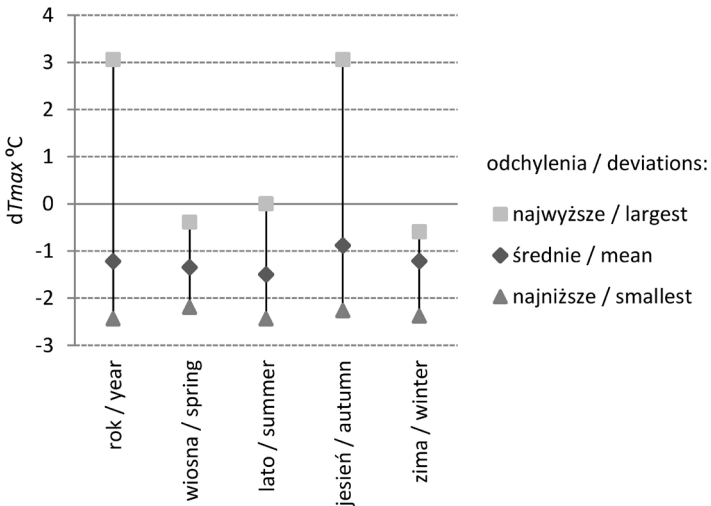
Odchylenia średniej dobowej temperatury powietrza na posterunku pomiarowym od analogicznych wartości w warunkach standardowych były ujemne (ryc. 2). Nad brzegiem rzeki średnia dobowa temperatura powietrza we wszystkich porach roku była od 0,1 do 0,8°C niższa niż na stacji klimatologicznej w Świdrze. Największa różnica wystąpiła latem, w okresie największego rozwoju wegetacji, kiedy strumienie energii przyjmują największe wartości bezwzględne, a tym samym różnice między topoklimatami stają się najbardziej wyraźne. Jednocześnie należy pamiętać, że latem średnia dobowa temperatura wyliczona została z najmniejszej liczby pomiarów (dni), co może mieć wpływ na wiarygodność otrzymanego wyniku. Przeciętne odchylenia średniej dobowej temperatury w ciągu roku nie przekraczały 1°C, ale ich stały w ciągu roku kierunek wskazuje na słuszność wydzielenia w dolinie Świdra odrębnej jednostki topoklimatycznej. Zakres wahań tych odchyłeń jest stosunkowo niewielki wiosną, natomiast największe wahania odchyłeń średniej dobowej temperatury wystąpiły jesienią. Podobne prawidłowości można zauważyć w przypadku odchyłeń maksymalnej temperatury dobowej (ryc. 3). Maksymalna temperatura jest średnio o 1,2°C niższa nad brzegiem rzeki niż na stacji w Świdrze. Największy zakres wahań odchyłeń temperatury maksymalnej stwierdzono jesienią. Wtedy też wystąpiły dni, podczas których zarówno średnia jak i maksymalna temperatura dobowa była znacznie wyższa niż temperatura na stacji referencyjnej w Świdrze.

Minimalna temperatura powietrza w ciągu roku, podobnie jak temperatura średnia i maksymalna, była zazwyczaj niższa nad brzegiem rzeki niż na stacji w Świdrze (ryc. 4). Odchylenia średniej temperatury minimalnej w poszczególnych porach roku były zbliżone i wyniosły od -0,4°C latem do -0,7°C wiosną. Jesienią z kolei zaznaczyła się charakterystyczna zmiana kierunku odchylenia minimalnej dobowej temperatury. Średnia minimalna temperatura podczas miesięcy jesiennych była wyższa niż odpowiednia minimalna temperatura na stacji referencyjnej w Świdrze. Ponadto, podobnie jak w przypadku odchyłeń temperatury średniej oraz maksymalnej, jesienią zaobserwowano największy zakres wahań odchyłeń temperatury minimalnej od odpowiadającej jej temperatury na stacji PAN. Aby le-



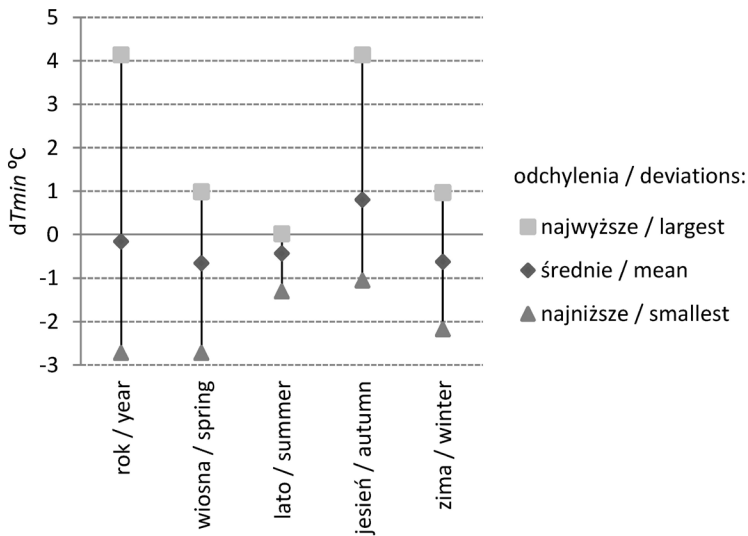
**Ryc. 2.** Średnie roczne i sezonowe odchylenia (°C) średniej dobowej temperatury powietrza ( $dT_{avg}$ ) na posterunku pomiarowym w Adamówce od wartości na stacji Świder.

**Fig. 2.** Yearly and seasonal mean deviations (°C) of mean daily air temperature ( $dT_{avg}$ ) at the measuring station in Adamówka in comparison to the values at the station in Świder.



**Ryc. 3.** Średnie roczne i sezonowe odchylenia (°C) maksymalnej dobowej temperatury powietrza ( $dT_{max}$ ) na posterunku pomiarowym w Adamówce od wartości na stacji Świder.

**Fig. 3.** Yearly and seasonal mean deviations (°C) of maximum daily air temperature ( $dT_{max}$ ) at the measuring station in Adamówka in comparison to the values at the station in Świder.



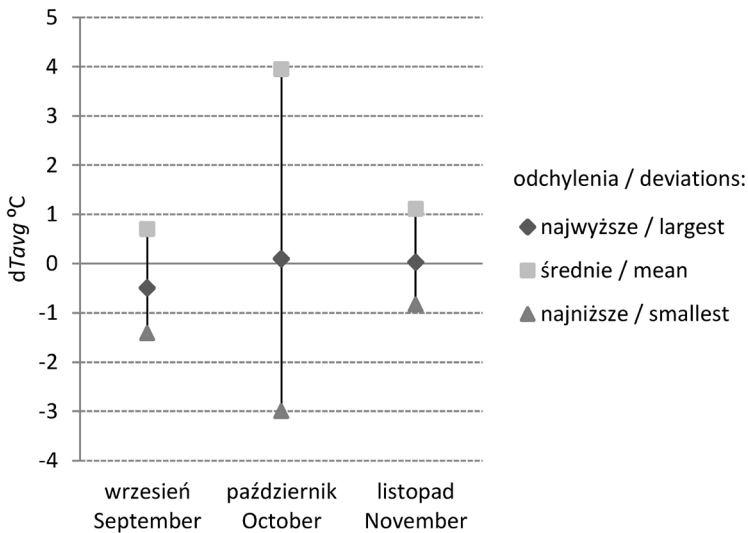
**Ryc. 4.** Średnie roczne i sezonowe odchylenia (°C) minimalnej dobowej temperatury powietrza ( $dT_{min}$ ) na posterunku pomiarowym w Adamówce od wartości na stacji Świder.  
**Fig. 4.** Yearly and seasonal mean deviations (°C) of minimum daily air temperature ( $dT_{min}$ ) at the measuring station in Adamówka in comparison to the values at the station in Świder.

piej zobrazować występujące jesienią różnice między topoklimatem doliny rzecznej (punkt pomiarowy) a topoklimatem o przeciętnych wartościach wszystkich strumieni energii (warunkami standardowymi), odchylenia średniej, maksymalnej i minimalnej dobowej temperatury zostały policzone osobno dla trzech miesięcy jesiennych: września, października i listopada (ryc. 5, 6 i 7). Odchylenia średniej dobowej temperatury w poszczególnych miesiącach mają różny kierunek. Średnie odchylenia maksymalnej dobowej temperatury są ujemne na posterunku pomiarowym w stosunku do warunków panujących na stacji Świder, natomiast średnia temperatura minimalna we wszystkich miesiącach jesiennych charakteryzowała się wyższymi wartościami nad rzeką niż na stacji klimatologicznej w Świdrze. Średnia minimalna temperatura w dolinie rzecznej była wyższa od 0,3°C we wrześniu do 1,4°C w październiku w stosunku do warunków referencyjnych.

W pracy przedstawiono także dobowy przebieg temperatury powietrza w wybranych dniach – dwóch dla każdej pory roku. Poza wartościami temperatury z posterunku pomiarowego w Adamówce zaprezentowano także, dla porównania, wartości pomiarowe oraz zakres wahań temperatury w ciągu doby ze stacji w Świdrze.

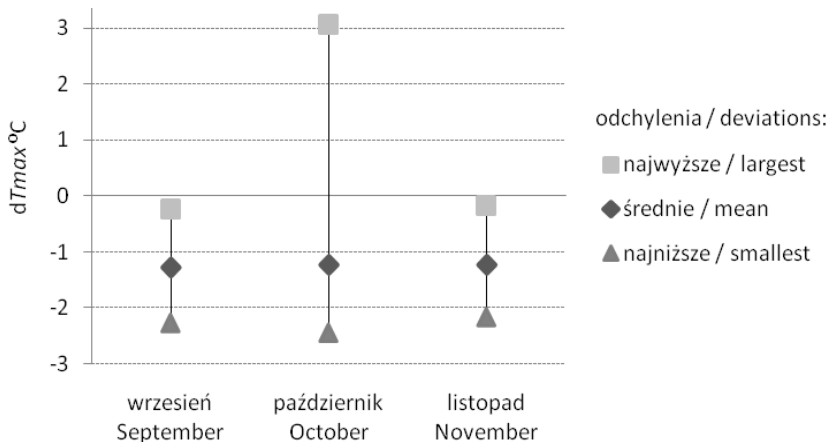
Wiosną, zarówno w ciągu dnia jak i w nocy, temperatura nad brzegiem rzeki była niższa niż na stacji referencyjnej w Świdrze (ryc. 8a i 8b). Zmiana kierunku odchylenia temperatury nastąpiła jedynie w godzinach wieczornych (godz. 18:00





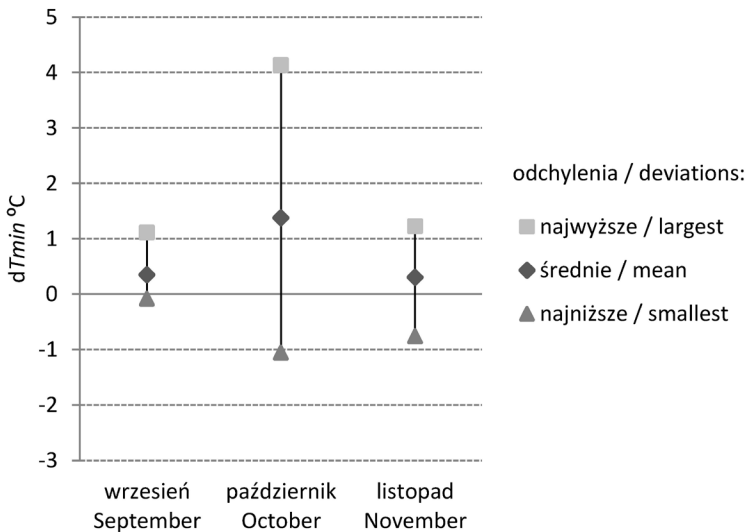
**Ryc. 5.** Średnie roczne i sezonowe odchylenia (°C) średniej dobowej temperatury powietrza ( $dT_{avg}$ ) na posterunku pomiarowym w Adamówce od wartości na stacji Świder.

**Fig. 5.** Yearly and seasonal mean deviations (°C) of mean daily air temperature ( $dT_{avg}$ ) at the measuring station in Adamówka in comparison to the values at the station in Świder.



**Ryc. 6.** Średnie roczne i sezonowe odchylenia (°C) maksymalnej dobowej temperatury powietrza ( $dT_{max}$ ) na posterunku pomiarowym w Adamówce od wartości na stacji Świder.

**Fig. 6.** Yearly and seasonal mean deviations (°C) of maximum daily air temperature ( $dT_{max}$ ) at the measuring station in Adamówka in comparison to the values at the station in Świder.



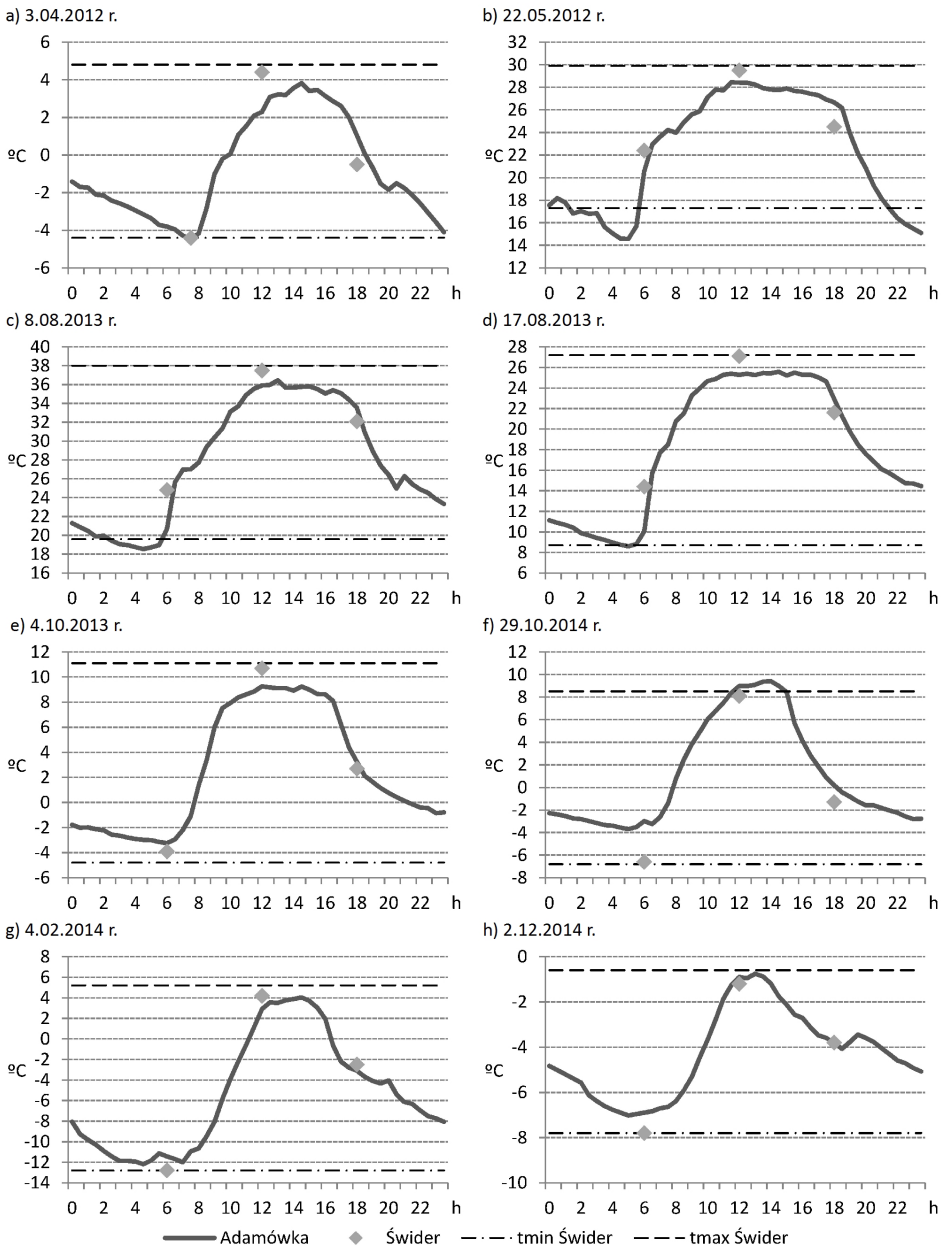
**Ryc. 7.** Odchylenia (°C) minimalnej dobowej temperatury powietrza ( $dT_{min}$ ) na posterunku pomiarowym w Adamówce od wartości na stacji Świder we wrześniu, październiku i listopadzie

**Fig. 7.** Deviations (°C) of minimum daily air temperature ( $dT_{min}$ ) at the measuring station in Adamówka in comparison to the values at the station in Świder in September, October and November

UTC), kiedy zmieniało się saldo promieniowania z dodatniego na ujemne - powierzchnia standardowa zaczynała oddawać ciepło i stosunkowo szybko się wychładzała, natomiast powierzchnia czynna nad brzegiem rzeki, pokryta wysoką roślinnością oraz o większej pojemności cieplnej, wychładzała się wolniej. Podobną zależność można zaobserwować także podczas wszystkich pozostałych dni we wszystkich porach roku (ryc. 8c, 8d, 8e, 8f, 8g i 8h). Jesienią oraz zimą, podczas wybranych dni temperatura minimalna była wyższa nad brzegiem rzeki niż na stacji w Świdrze. 29 października 2014 roku (ryc. 8f) temperatura w trzech terminach obserwacyjnych, a także temperatura minimalna i maksymalna, osiągnęły wyższe wartości nad rzeką niż na stacji referencyjnej.

## PODSUMOWANIE

W obrębie doliny rzecznej obserwuje się nałożenie się wpływu kompleksu leśnego i zwiększonej pojemności cieplnej podłoża, które wspólnie przyczyniają się do zmniejszenia kontrastów termicznych w ciągu doby. W ciągu roku występują nieduże, lecz stabilne odchylenia temperatury od wartości na stacji referencyjnej. Średnio w ciągu roku dolina rzeczna charakteryzuje się niższą temperaturą, zarówno średnią dobową jak i maksymalną dobową, w porównaniu do warunków stan-



**Ryc. 8.** Przebieg temperatury powietrza na posterunku pomiarowym w Adamówce na tle pomiarów z godz. 6, 12, 18 UTC oraz minimalnej i maksymalnej temperatury dobowej ze stacji Świder podczas wybranych dni

**Fig. 8.** Diurnal course of air temperature at the measuring station in Adamówce against the air temperature at 6, 12, 18 UTC and daily minimum and maximum air temperature in Świder on selected days

dardowych panujących na stacji referencyjnej w Świdrze. Różnica widoczna jest w dodatnim odchyleniu minimalnej dobowej temperatury jesienią. W tym przypadku na dobowe wahania temperatury powietrza nałożył się roczny cykl zmian temperatury; u schyłku okresu wegetacyjnego (na jesieni), podłoże o dużej pojemności cieplnej stopniowo oddaje nagromadzoną energię, co może powodować wzrost minimalnej dobowej temperatury w tym okresie.

Aby zweryfikować, czy stwierdzona prawidłowość wynika ze specyfiki podłoża danego miejsca, należałoby dysponować znacznie dłuższą serią pomiarową. W tym kontekście szczególnie wartościowe wydają się również badania zróżnicowania elementów meteorologicznych oraz wpływu podłoża zróżnicowania elementów meteorologicznych oraz zbadanie wpływu podłoża na przebieg procesów meteorologicznych w różnych punktach, reprezentujących ten sam typ topoklimatu (w różnych punktach pomiarowych w dolinie rzeki Świder). Umożliwiłoby to precyzyjne określenie zmian kierunków odchyień, a także ich stabilności w ciągu roku – tzn. sprawdzenie, czy zachowują ten sam kierunek odchyień w stosunku do warunków standardowych.

## PODZIĘKOWANIA

Autorzy wyrażają wdzięczność pracownikom Instytutu Geofizyki PAN za udostępnienie danych pomiarowych ze stacji klimatologicznej w Otwocku-Świdrze. Autorzy dziękują także Pani Janinie Kołakowskiej za umożliwienie instalacji czujnika temperatury powietrza na jej posesji.

## Literatura

- Adamczyk A.B., Błażejczyk K., Baranowski J., Kuchcik M., 2008, Warunki termiczne aglomeracji warszawskiej, [w:] K. Kłysik, J. Wibig, K. Fortuniak (red.) *Klimat i bioklimat miast*, Wydawnictwo UŁ, Łódź, 11-20.
- Bednorz E., Kolendowicz L., Szyga-Pluta K., 2001, Typy topoklimatu fragmentu Słowińskiego Parku Narodowego, [w:] M. Kuchcik (red.) *Współczesne badania topoklimatyczne*, *Dokumentacja Geograficzna*, IGiPZ PAN, Warszawa, 23, 19-32.
- Błażejczyk K., 2002, Znaczenie czynników cyrkulacyjnych i lokalnych w kształtowaniu klimatu i bioklimatu aglomeracji warszawskiej, *Dokumentacja Geograficzna*, IGiPZ PAN, Warszawa, 26.
- Bokwa A., Sikora S., Szymanowski M., 2008, Topoclimatic diversity of air temperature in Cracow (Topoklimatyczne zróżnicowanie temperatury powietrza na terenie Krakowa), [w:] K. Kłysik, J. Wibig, K. Fortuniak (red.) *Klimat i bioklimat miast*, Wydawnictwo UŁ, Łódź, 35-44.
- Grzybowski J., 1990, Próba wyróżnienia typów topoklimatu na obszarze Polski, (An attempt at a topoclimatic delimitation of the territory of Poland), [w:] J. Grzybowski (red.) *Problemy współczesnej topoklimatologii (Problems of contemporary topoclimatology)*, IGiPZ PAN, Warszawa, 34-40.
- Kuchcik M., 2003, Topoclimatic conditions at various urban structures in Warsaw, *Acta Universitatis Wratislaviensis*, 2542, *Studia Geograficzne*, 75, 484-492.

- Kunert A., Błażejczyk K., 2011, Zróżnicowanie temperatury powietrza w skali lokalnej w różnych typach krajobrazu Polski, *Przegląd Geograficzny*, 83, 1, 69–90.
- Matuszko D., 2001, Związek rodzajów chmur z dobowym przebiegiem temperatury powietrza (na przykładzie Krakowa), [w:] M. Kuchcik (red.) Współczesne badania topoklimatyczne, *Dokumentacja Geograficzna*, IGiPZ PAN, Warszawa, 23, 41-50.
- Nowosad M., 2001, Badania topoklimatyczne prowadzone na terenie Bieszczadzkiego Parku Narodowego, [w:] M. Kuchcik (red.) Współczesne badania topoklimatyczne, *Dokumentacja Geograficzna*, IGiPZ PAN, Warszawa, 23, 53-58.
- Paszyński J., 1964, Topoclimatological investigations on heat balance, *Geographia Polonica*, IG PAN, Warszawa, 2, 69-78.
- Paszyński J., 1966, Klimat okolic Pińczowa, [w:] J. Kondracki (red.) Studia geograficzne w powiecie pińczowskim, *Prace Geograficzne*, IG PAN, Warszawa, 47, 89-114.
- Paszyński J., 1979, Energy exchange in plant environment, *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 220, 81-89.
- Paszyński J., 1980, Metody sporządzania map topoklimatycznych, [w:] M. Kluge (red.) Metody opracowań topoklimatycznych, *Dokumentacja Geograficzna*, IGiPZ PAN, Warszawa, 3, 13-28.
- Paszyński J., 2001, Wydzielanie i kartowanie topoklimatów na podstawie wymiany energii między atmosferą a podłożem, [w:] M. Kuchcik (red.) Współczesne badania topoklimatyczne, *Dokumentacja Geograficzna*, IGiPZ PAN, Warszawa, 23, 163-170.
- Paszyński J., Miara K., Skoczek J., 1999, Wymiana energii między atmosferą a podłożem jako podstawa kartowania topoklimatycznego, *Dokumentacja Geograficzna*, IGiPZ PAN, Warszawa, 14.
- Tamulewicz J., 1990, Bilans radiacyjny elementów krajobrazu rolniczego na przykładzie okolic Turwi (Radiation balance of the agricultural landscape on the example of the vicinity of Turew) [w:] J. Grzybowski (red.) *Problemy współczesnej topoklimatologii (Problems of contemporary topoclimatology)*, IGiPZ PAN, Warszawa, 69-78.
- Tarajkowska M., 1971, Wpływ zabudowy miejskiej na warunki termiczne powietrza na przykładzie Częstochowy, *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Łódzkiego*, 43, 2, 139-159.
- Żarnowiecki G., Szałach G., 2001, Zróżnicowanie warunków biotopoklimatycznych w Kielcach, [w:] M. Kuchcik (red.) Współczesne badania topoklimatyczne, *Dokumentacja Geograficzna*, IGiPZ PAN, Warszawa, 23, 119-130.
- Żmudzka E., 2006, Warunki topoklimatyczne Poniżnia Pińczowskiego – teoretyczne, metodyczne i praktyczne aspekty badań, *Regionalne Studia Ekologiczno-Krajobrazowe. Problemy Ekologii i Krajobrazu*, Warszawa, 16, 1, 307-320.
- Żmudzka E., 2011, Comprehensive physico-geographical investigations and the delimitation of topoclimatological units, [w:] A. Zieliński. (red.) *Interdisciplinary researches in natural sciences*, Institute of Geography Jan Kochanowski University, Kielce, 123-132.

### Summary

Air temperature variability on the local scale is one of the most important elements of topoclimatic differentiation. The aim of this paper is to determine the seasonal variability of the thermal conditions of the downstream Świder River valley. The analysis was conducted from October 2011 until December 2014 using

air temperature data from a measurement station in Adamówka (representative location for downstream Świder River valley) and from the reference meteorological station in Otwock-Świder, operated by the Institute of Geophysics of Polish Academy of Sciences. Differences of the average, maximum and minimum daily air temperature between the station in Adamówka and corresponding values under reference conditions ( $dT_{avg}$ ,  $dT_{max}$ ,  $dT_{min}$ ) were calculated for each season of the study period (spring, summer, autumn, winter). Only days with radiative type of weather were chosen to further analysis due to the greatest spatial diversity of climate elements within such periods.

The differences found between air temperature values in Adamówka and Otwock-Świder were small, but stable during the year. Within the river valley, due to high heat capacity of the substrate and presence of forest complex, a reduction of thermal contrasts during the day was observed. Consequently, downstream Świder River valley was characterized by lower air temperature, both in terms of daily average and maximum values, compared to standard conditions at the reference meteorological station in Otwock-Świder. Opposite results were obtained only for minimum daily air temperature, which was higher in the river valley in autumn. This can be explained by the fact that at the end of the vegetation period the substrate with the higher heat capacity slowly emits energy, which resulted in an increase in the minimum daily temperature in this season. The authors suggest that further investigations should concentrate on determining the changes in differences between air temperature in reference station and many different stations representing the same type of topoclimate, and thus on the stability of those differences during the year. For this purposes long-term measurements of meteorological elements are required.